



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 03 746 A 1**

⑤① Int. Cl.º:  
**H 05 B 33/04**

②① Aktenzeichen: 196 03 746.8  
②② Anmeldetag: 2. 2. 98  
②③ Offenlegungstag: 24. 4. 97

DE 196 03 746 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
20.10.95 DE 195390504

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70489 Stuttgart, DE

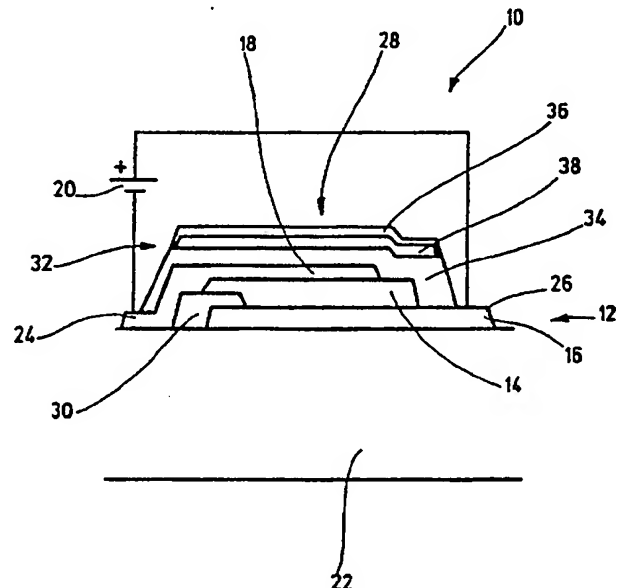
⑦② Erfinder:  
Grothe, Wolfgang, 75233 Tiefenbronn, DE;  
Hueppauff, Martin, Dr., 70583 Stuttgart, DE;  
Schmidt, Claus, Dipl.-Phys. Dr., 71106 Magstadt, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 43 10 082 A1  
EP 03 28 815 A1  
JP 07014875 A (Engl. Abstract);  
JP 07189567 A (Engl. Abstract);  
JP 07147189 A (Engl. Abstract);  
JP 07163571 A (Engl. Abstract);

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrolumineszierendes Schichtsystem

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine elektrolumineszierende Vorrichtung mit einem elektrolumineszierenden Schichtsystem aus einem zwischen zwei mit einer Gleichspannungsquelle verbindbaren Elektroden angeordneten lichtemittierenden organischen Material, wobei eine erste Elektrode eine löcherinjizierende Elektrode (Anode) und eine zweite Elektrode eine elektroneninjizierende Elektrode (Kathode) ist, und einer Kapselung.  
Es ist vorgesehen, daß die Kapselung (28, 28') aus einem Mehrschichtsystem (32) besteht.



DE 196 03 746 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrolumineszierendes Schichtsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Elektrolumineszierende Schichtsysteme sind bekannt. Bei diesen werden entweder anorganische oder organische Substanzen verwendet, die mittels einer elektrischen Spannung zum Aussenden von Lichtstrahlen anregbar sind. Die lichtemittierenden Substanzen sind hierbei beispielsweise zwischen flächenhaften Elektroden angeordnet, wobei eine erste Elektrode als löcherinjizierende Elektrode (Anode) und eine zweite Elektrode als elektroneninjizierende Elektrode (Kathode) ausgebildet ist. Wird die lichtemittierende Substanz von einem organischen Material gebildet, kann die Anregung über eine Gleichspannungsquelle erfolgen. Hierbei ist die Anode mit dem Pluspol der Gleichspannungsquelle und die Kathode mit dem Minuspol der Gleichspannungsquelle verbunden.

Da bekanntermaßen die Grenzflächen zwischen den Elektroden und dem lichtemittierenden organischen Material beziehungsweise das organische Material selbst unter dem Einfluß von Sauerstoff und/oder Wasser degradieren, ist es notwendig, zur Langzeitstabilisierung des elektrolumineszierenden Schichtsystems einen entsprechenden Schutz vorzusehen.

Hierzu ist beispielsweise aus der EP 0 468 440 B1 bekannt, die Kathode mit einer Abdeckschicht zu versehen. Die Abdeckschicht, die beispielsweise aus reinen Metallen, aus codeponierten Metallkompositen oder aus codeponierten Kompositen, die metallische und organischen Bestandteile aufweisen, besteht, hat den Nachteil, das beispielsweise bei strukturierten Kathoden zur Erzeugung bestimmter Lichteffekte, die zwischen den Kathoden vorhandenen Bereiche nicht mit der Abdeckschicht geschützt sind.

Weiterhin ist aus Appl. Phys. Lett. 65 (1994) Seite 2922—2924 bekannt, die elektrolumineszierenden Schichtsysteme mittels einer Glasplatte zu kapseln, die beidseitig das elektrolumineszierende Schichtsystem schützt und an den Kanten verklebt ist. Hierbei ist nachteilig, daß die Kapselung unter einem Inertgas durchgeführt werden muß, damit der Raum zwischen der Rückseite der Kathode und der Glasplatte frei von Sauerstoff und Wasserstoff ist. Weiterhin ist nachteilig, daß die Glasplatte nicht flexibel ist und somit keine flexiblen elektrolumineszierenden Schichtsysteme herstellbar sind.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße elektrolumineszierende Vorrichtung mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet demgegenüber den Vorteil, daß einerseits ein effizienter Schutz, der zwischen den Elektroden und dem organischen Material bestehenden Grenzschichten und des organischen Materials selbst gegen Sauerstoff und Wasser besteht, und das elektrolumineszierende Schichtsystem insgesamt flexibel hergestellt werden kann. Dadurch, daß die Kapselung aus einem Mehrschichtsystem besteht, wobei die Schichten des Mehrschichtsystems vorzugsweise flexibel sind und sich der Geometrie des elektrolumineszierenden Schichtsystems anpassen, ist es vorteilhaft möglich, ein insgesamt flächiges elektrolumineszierendes Schichtsystem zu schaffen,

das einen flexiblen Aufbau und eine äußerst geringe Permeation von Sauerstoff und Wasser aufweist.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine erste aus Kunststoff bestehende Schicht vorgesehen ist, die von einer zweiten, aus Metall, einer Metallegierung oder einem Metalloxid bestehenden Schicht überdeckt ist. Hierdurch kann eine Kapselung sehr vorteilhaft durch die Kombination von Kunststoffschicht und Metall- oder Metalloxidschicht vorgenommen werden. Die Metallschicht besteht bevorzugt aus einem Metall, das eine stabile Passivierungsschicht an der Oberfläche ausbildet, so daß auch eine Langzeitstabilität des elektrolumineszierenden Schichtsystems gegeben ist.

Weiterhin ist bevorzugt, wenn zwischen der Kunststoffschicht und der Metallschicht eine zusätzliche sogenannte Getterschicht vorgesehen ist. Hierdurch wird sehr vorteilhaft erreicht, daß durch die Getterschicht eventuell auftretende Reste an Sauerstoff oder Wasser gebunden werden können, so daß diese nicht zu einer Degradierung des organischen Materials beitragen können.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Getterschicht zwischen zwei Kunststoffschichten eingebettet ist und eine äußere Kunststoffschicht vorzugsweise die Metallschicht trägt. Hierdurch wird sehr vorteilhaft erreicht, daß die Stabilität der Kapselung bei gleichzeitiger Wahrung ihrer Flexibilität erhöht werden kann.

Ferner ist eine Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, bei der das elektrolumineszierende Schichtsystem auf einem flexiblen Trägersubstrat angeordnet ist und das Trägersubstrat vorzugsweise ebenfalls mit einer Kapselung aus einem Mehrschichtsystem versehen ist. Das Mehrschichtsystem zur Kapselung des Trägersubstrates besitzt vorzugsweise den gleichen Aufbau wie die Kapselung des elektrolumineszierenden Schichtsystems. Sowohl die Trägerschicht als auch die Kapselung der Trägerschicht sind vorzugsweise transparent oder semitransparent ausgebildet, so daß das von dem elektrolumineszierenden Schichtsystem erzeugte Licht abgestrahlt werden kann. Somit wird eine allseitige Kapselung des elektrolumineszierenden Schichtsystems erreicht, die insgesamt flexibel ausgebildet ist und eine äußerst geringe Permeation von Sauerstoff und Wasser aufweist.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Kapselung oder zumindest Teile der Kapselung aus einer separaten, die einzelnen Schichten der Kapselung aufweisenden Verbundfolie besteht, die anschließend auf das elektrolumineszierende Schichtsystem aufgebracht wird. Somit kann die Fertigung des elektrolumineszierenden Schichtsystems und die Fertigung der Kapselung separat durchgeführt werden, und es ist lediglich nur noch das Aufbringen der Verbundfolie auf das elektrolumineszierende Schichtsystem notwendig. Eine mechanische und/oder thermische Beanspruchung des elektrolumineszierenden Schichtsystems kann hierdurch während der Fertigung verringert werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher er-

läutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung in einer ersten Ausführungsvariante;

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung in einer zweiten Ausführungsvariante und

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung durch eine elektrolumineszierende Vorrichtung nach einer dritten Ausführungsvariante.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt eine allgemein mit 10 bezeichnete elektrolumineszierende Vorrichtung. Die Vorrichtung 10 weist ein elektrolumineszierendes Schichtsystem 12 auf, das von einem lichtemittierenden organischen Material 14, einer ersten Elektrode 16 und einer zweiten Elektrode 18 gebildet wird. Die Elektroden 16 und 18 sowie das organische Material 14 sind flächenhaft ausgebildet. Die Elektroden 16 und 18 sind mit einer Spannungsquelle 20, beispielsweise einer Gleichspannungsquelle, verbunden. Die Elektrode 16 ist hierbei mit dem Pluspol der Spannungsquelle 20 und die Elektrode 18 mit dem Minuspol der Spannungsquelle 20 verbunden.

Die Elektrode 16 besteht aus einem Material mit hoher Elektronenaustrittsarbeit. Die Elektrode 16 kann beispielsweise aus einem Metall oder einer metallischen Legierung oder einem Metalloxid, beispielsweise Indium-Zinnoxid (ITO), bestehen. Durch Verbinden der Elektrode 16 mit dem Pluspol der Spannungsquelle 20 ist diese als Anode geschaltet, wobei auf Grund der hohen Elektronenaustrittsarbeit, die beispielsweise größer als 4,5 eV ist, diese Löcher injiziert, die als Ladungsträger in das organische Material 14 transportiert werden.

Die zweite Elektrode 18 besteht aus einem Material mit niedriger Elektronenaustrittsarbeit, die beispielsweise kleiner als 4,5 eV ist. Die Elektrode 18 besteht aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise aus einem Metall, einer Metallegierung oder einem Metalloxid. Die Elektrode 18 kann beispielsweise aus Aluminium, Indium, Magnesium, Kalzium, einer Magnesium-Silber-Legierung oder einer Magnesium-Indium-Legierung bestehen. Durch das Verbinden der Elektrode 18 mit dem Minuspol der Spannungsquelle 20 und gleichzeitigem Verbinden der Elektrode 16 mit dem Pluspol der Spannungsquelle, wirkt diese als Kathode und injiziert Elektronen in das lichtemittierende organische Material 14. Hierdurch kommt es in dem lichtemittierenden Material 14 zu einem Stromfluß zwischen den Elektroden 16 und 18, so daß die organischen Substanzen in dem Material 14 zum Erzeugen von Lichtquanten angeregt werden. Das elektrolumineszierende Schichtsystem 12 kann somit als Leuchtquelle verwendet werden.

Das verwendete lichtemittierende organische Material 14 enthält hierzu mindestens eine organische Verbindung, die unter Anlegen der Spannung in der Lage ist, Licht zu emittieren. Die Farbe des emittierten Lichtes wird hierbei durch die chemische Struktur der verwendeten organischen Substanz bestimmt. Als lichtemittierende organische Materialien 14 kommen beispielsweise Polymere, niedermolekulare organische Verbindungen, Monomere oder molekulardotierte Polymere in Betracht. Zwischen den Elektroden 16 und 18 können weitere — hier nicht dargestellte — Schichten angeordnet sein, die ebenfalls zur Lichtemission oder zu einem

Ladungsträgertransport zu dem lichtemittierenden organischen Material 14 dienen.

Das elektrolumineszierende Schichtsystem 12 ist auf einen Träger 22 aufgebracht. Sowohl die als Anode geschaltete Elektrode 16 als auch der Träger 20 sind hierbei optisch transparent oder semitransparent, so daß das von dem lichtemittierenden organischen Material 14 erzeugte Licht von der gesamten Vorrichtung 10 nach außen abgestrahlt werden kann.

Wie der Darstellung in der Fig. 1 zu entnehmen ist, sind die Elektroden 16 und 18 sowie die das organische Material 14 ergebenden Schichten teilweise überlappend auf dem Träger 22 angeordnet, so daß die Anschlußbereiche 24 beziehungsweise 26 der Elektroden 18 beziehungsweise 16 auf dem Träger 22 aufliegen und seitlich aus einer noch zu erläuternden Kapselung 28 herausgeführt sind. Zwischen den Elektroden 16 und 18 ist hierbei ein Isolator 30 angeordnet, der beispielsweise aus Aluminiumoxid bestehen kann.

Die Kapselung 28 besteht aus einem Mehrschichtsystem 32, das eine erste Schicht 34 aus einem Kunststoff und eine zweite Schicht 36 aus einem Metall, einer Metallegierung oder einem Metalloxid aufweist. Die Kunststoffschicht 34 kann beispielsweise aus einem Acrylharz, Alkydharz, Epoxidharz, Polyurethanharz, EVOH, Polyester, PVC, PVDC, Polypropylen, PMMA oder anderen Polymeren und Lacken bestehen. Diese Kunststoffschicht wird auf das elektrolumineszierende Schichtsystem 12 beispielsweise durch Gießen, Aufschleudern, Aufdrucken oder Aufextrudieren aufgebracht. Darüber hinaus kann das elektrolumineszierende Schichtsystem 12 in ein entsprechendes Bad eingetaucht werden, so daß eine Tauchbeschichtung mit der Kunststoffschicht 34 erfolgt. Durch die Art des Aufbringens der Kunststoffschicht 34 ergibt sich, daß sich diese der Kontur des elektrolumineszierenden Schichtsystems 12 anpaßt und dieses somit allseitig — mit Ausnahme der Anschlußbereiche 26 und 24 — umgibt und somit einschließt. Die Kunststoffschicht 34 wird anschließend thermisch, chemisch oder strahlungsinduziert ausgehärtet beziehungsweise vernetzt, so daß sich eine stabile, jedoch flexible Haube ergibt.

Zwischen der Kunststoffschicht 34 und der Metallschicht 36 ist eine Getterschicht 38 aufgebracht. Die Getterschicht 38 besteht aus einem Material, das für Sauerstoff und Wasser eine bindende Wirkung entfaltet. Die Getterschicht 38 besteht beispielsweise aus einem Metall, das eine niedrigere oder ähnliche Elektronenaustrittsarbeit als das Material der als Kathode geschalteten Elektrode 18 aufweist. Besteht die Elektrode 18 beispielsweise aus Magnesium, kann als Material für die Getterschicht 38 beispielsweise Kalzium, Lithium oder Strontium eingesetzt werden. Als Material für die Getterschicht 38 können Alkali-Metalle, Erdalkali-Metalle oder Seltene Erden Verwendung finden.

Nach weiteren Ausführungsbeispielen kann die Getterschicht 38 beispielsweise aus einem hygroskopischen Polymer, einer Mischung eines Binderpolymers und einer pulverförmigen hygroskopischen Substanz, beispielsweise Silica-Gel oder Kieselgel oder Zeolithen bestehen. Bei dieser Materialwahl kann die Getterschicht 38 beispielsweise mittels Gießen, Spin-Coating, Dip-Coating, Cap-Coating, Sieb-Druck oder Rakeln deponiert werden. Ferner kann die Getterschicht 38 beispielsweise aus aufgedampften hygroskopischen Materialien beziehungsweise Verbindungen, beispielsweise Zinksulfid, Kupfersulfid, Lithiumchlorid bestehen, die als dünne Schicht auf die Kunststoffschicht 34 aufge-

bracht werden.

Auf die Getterschicht 38 wird die zweite Schicht 36 aufgebracht. Die Schicht 36 ist hier so ausgewählt, daß die Getterschicht 38 vollkommen umschlossen wird, so daß diese keinerlei Kontakt nach außen aufweist. Die zweite Schicht 36 besteht beispielsweise aus einem Metall, zum Beispiel Aluminium, Kupfer, Nickel, Chrom, Zinn oder Tantal, einer Metallegierung, zum Beispiel Nickel-Chrom oder einem Metalloxid, zum Beispiel Aluminiumoxid oder Siliciumoxid, oder einer Nitridschicht, zum Beispiel Aluminiumnitrid oder Siliciumnitrid. Die Schicht 36 kann vorzugsweise auf die zuvor aufgetragene Kunststoffschicht 34 und die Getterschicht 36 aufgesputtert oder aufgedampft werden. Durch die Schicht 36, die den äußeren Abschluß der Kapselung 28 bildet, wird eine stabile Passivierung der gesamten Vorrichtung 10 erzielt, so daß diese gegenüber äußeren Einflüssen langzeitstabil ist. Die Metallschicht 36 kann zusätzlich mit einer in Fig. 1 nicht dargestellten weiteren Schicht passiviert werden. Hierzu kann beispielsweise eine Polymer-, eine Lack- oder eine organisch modifizierte Keramikschicht aufgebracht werden.

Etwa auftretende Reste beziehungsweise infolge von Leckage auftretendes Sauerstoff oder Wasser werden durch die Getterschicht 38 quasi aufgesogen, so daß diese nicht an die Grenzschichten zwischen den Elektroden 16 und 18 mit dem organischen Material 14 beziehungsweise direkt an das organische Material 14 kommen können. Das Mehrschichtsystem 32 besitzt somit eine äußerst geringe Permeation für Sauerstoff und Wasser.

Da das Mehrschichtsystem aus wenigstens zwei Schichten, nämlich der Kunststoffschicht 34 und der metallischen Deckschicht 36 oder bei zusätzlicher Anordnung der Getterschicht 38 aus drei Schichten von jeweils dünn aufgetragenen Materialien besteht, wird insgesamt die Flexibilität der Vorrichtung 10 im wesentlichen nicht beeinträchtigt. Somit ist es also möglich, trotz Anordnung der Kapselung 28 die elektrolumineszierende Vorrichtung nach der Herstellung, das heißt nach dem Aufbau der Schichtsysteme, den entsprechenden Anwendungen anzupassen.

In den Fig. 2 und 3 sind weitere Ausführungsvarianten der elektrolumineszierenden Vorrichtung 10 gezeigt, bei denen die Kapselung 38 einen modifizierten Aufbau besitzt. Gleiche Teile wie in Fig. 1 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und nicht nochmals erläutert.

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist oberhalb der Getterschicht 38 eine weitere Kunststoffschicht 40 angeordnet. Die Kunststoffschicht 40 umschließt die Getterschicht 38 allseitig, mit Ausnahme der Berührungsfläche der Getterschicht 38 mit der Kunststoffschicht 34. Diese Kunststoffschicht 40 besitzt eine isolierende Wirkung und weist gleichzeitig eine ausreichende Flexibilität auf. Anstelle eines Kunststoffmaterials kann auch ein anderes geeignetes Material mit diesen Eigenschaften gewählt werden. Die Kunststoffschicht 40 besteht beispielsweise aus dem gleichen Material wie die bereits zu Fig. 1 ausführlich erläuterte Kunststoffschicht 34.

Auf die Metallschicht 36 kann bei der Verwendung bestimmter Metalle eine weitere Passivierungsschicht 42 aufgebracht sein. Diese Schicht 42 kann beispielsweise aus einem Polymer, einem Lack oder einer organisch modifizierten Keramik bestehen.

Insgesamt ist somit über dem elektrolumineszieren-

den Schichtsystem eine Kapselung 28 aus insgesamt fünf Teilschichten 34, 38, 40, 36 und 42 aufgebracht. Diese Teilschichten sind so ausgebildet, daß insgesamt eine Flexibilität der Kapselung 28 erhalten bleibt. Durch die Abfolge der Teilschichten wird gewährleistet, daß keinerlei Reste von Sauerstoff und/oder Wasser zu dem elektrolumineszierenden Schichtsystem 12, insbesondere zu dem organischen Material 14, gelangen können. Hierdurch wird eine Degradierung des organischen Materials 14 verhindert, so daß die elektrolumineszierende Vorrichtung 10 insgesamt eine Langzeitstabilität aufweist.

Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsvariante der elektrolumineszierenden Vorrichtung 10 ist zusätzlich auf Seiten des Trägers 22 eine weitere Kapselung 28' vorgesehen. Der Träger 22 besteht beispielsweise aus einem flexiblen Substrat, das eine gewisse Permeation von Wasser und Sauerstoff aufweist. Verwendung kann beispielsweise eine PET-Folie mit einer Stärke von ca. 100 µm finden. Die auf dem Träger 22 angeordnete Kapselung 28' besitzt im wesentlichen den gleichen Aufbau wie die Kapselung 28. An den Träger 22 schließt sich eine Getterschicht 44 an, die von einer Kunststoffschicht 46 überdeckt ist. Die Kunststoffschicht 46 dient der Stabilisierung der Getterschicht 44. Als Materialien für die Getterschicht 44 und die Kunststoffschicht 46 kommen die bereits erwähnten Materialien für die Getterschicht 38 beziehungsweise die Kunststoffschichten 34 und 40 in Betracht. Auf der Getterschicht 46 ist eine Schicht 48 aufgebracht, die impermeabel für Sauerstoff und Wasser ist. Die Schicht 48 besteht beispielsweise aus sehr dünn aufgetragenem Aluminium, Kupfer, Nickel, Chrom, Zinn, Tantal, Gold oder einer Metallegierung. Ferner kann diese aus einer dünnen Oxidschicht, beispielsweise Siliciumoxid, Aluminiumoxid, Titanoxid, Tantalexid oder Wismutoxid mit geeigneter Modifikation zum Erreichen der Impermeabilität für Wasser und Sauerstoff bestehen. Durch die Materialauswahl und das Auftragen in einer entsprechend geringen Dicke der Schicht 48, der Kunststoffschicht 46 und der Getterschicht 44 wird die optische Transparenz beziehungsweise Semitransparenz zum Abstrahlen des mittels des elektrolumineszierenden Schichtsystems 12 emittierten Lichtes gewährleistet. Mittels entsprechender Materialwahl kann sehr vorteilhaft gleichzeitig über die Kapselung 28' eine Entspiegelung der elektrolumineszierenden Vorrichtung 10 erreicht werden.

Allen drei Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß die Kapselung 28 beziehungsweise 28' jeweils aus einem Schichtsystem 32 besteht. Die einzelnen Schichten des Schichtsystems 32 sind so gewählt, daß diese eine Flexibilität besitzen. Für eine Herstellung der mit der erfindungsgemäßen Kapselung 28 beziehungsweise 28' versehenen elektrolumineszierenden Vorrichtung 10 kann es vorteilhaft sein, wenn das gesamte Schichtsystem 32 oder auch nur Teilschichten des Schichtsystems 32, beispielsweise die Kunststoffschichten 34 und 40, mit der dazwischen angeordneten Getterschicht 38 separat als Verbundfolie vorgefertigt werden. Diese vorgefertigte Verbundfolie kann in einfacher Weise auf das elektrolumineszierende Schichtsystem 12 aufgebracht, beispielsweise aufgeklebt werden. Das Verkleben kann hierzu beispielsweise mit Heißsiegelklebstoffen, UV-härtenden Klebstoffen thermisch oder chemisch härtenden Klebstoffen erfolgen.

## Patentansprüche

1. Elektrolumineszierende Vorrichtung mit einem elektrolumineszierenden Schichtsystem aus einem zwischen zwei mit einer Gleichspannungsquelle verbindbaren Elektroden angeordneten lichtemittierenden organischen Material, wobei eine erste Elektrode eine löcherinjizierende Elektrode (Anode) und eine zweite Elektrode eine elektroneninjizierende Elektrode (Kathode) ist, und einer Kapselung, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapselung (28, 28') aus einem Mehrschichtsystem (32) besteht. 5
2. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das das Mehrschichtsystem (32) flexible Schichten (34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48) aufweist. 10
3. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschichtsystem (32) eine der Geometrie des elektrolumineszierenden Schichtsystems (12) angepaßte Kontur aufweist. 15
4. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschichtsystem (32) einseitig auf das Schichtsystem (12) aufgebracht ist und die Elektroden (16, 18) und das organische Material (14) umschließt. 20
5. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschichtsystem (32) aus wenigstens einer aus Kunststoff bestehenden Schicht (34, 40) und einer metallhaltigen Schicht (36) besteht. 25
6. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die metallhaltige Schicht (36) aus einem Metall, einer Metalllegierung, einem Metalloxid oder einem Metallnitrid besteht. 30
7. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kunststoffschicht (34) und der Schicht (36) eine zusätzliche Getterschicht (38) vorgesehen ist. 35
8. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Getterschicht (38) von der Schicht (36) außer an den Kontaktbereichen mit der Schicht (34) vollständig umschlossen wird. 40
9. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach Anspruch 5 bis Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Metallschicht (36) und der Getterschicht (38) eine weitere Kunststoffschicht (40) vorgesehen ist. 45
10. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (34, 40) aus Kunststoff aufgeschleudert, aufgedruckt, gegossen, aufextrudiert oder durch Tauchbeschichtung aufgebracht sind. 50
11. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Schicht (36) aufgedampft oder aufgesputtert ist. 55
12. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Schicht (36) eine Passivierungsschicht (42) aufgebracht ist. 60
13. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem

der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapselung (28') aus optisch transparenten oder semitransparenten Materialien besteht.

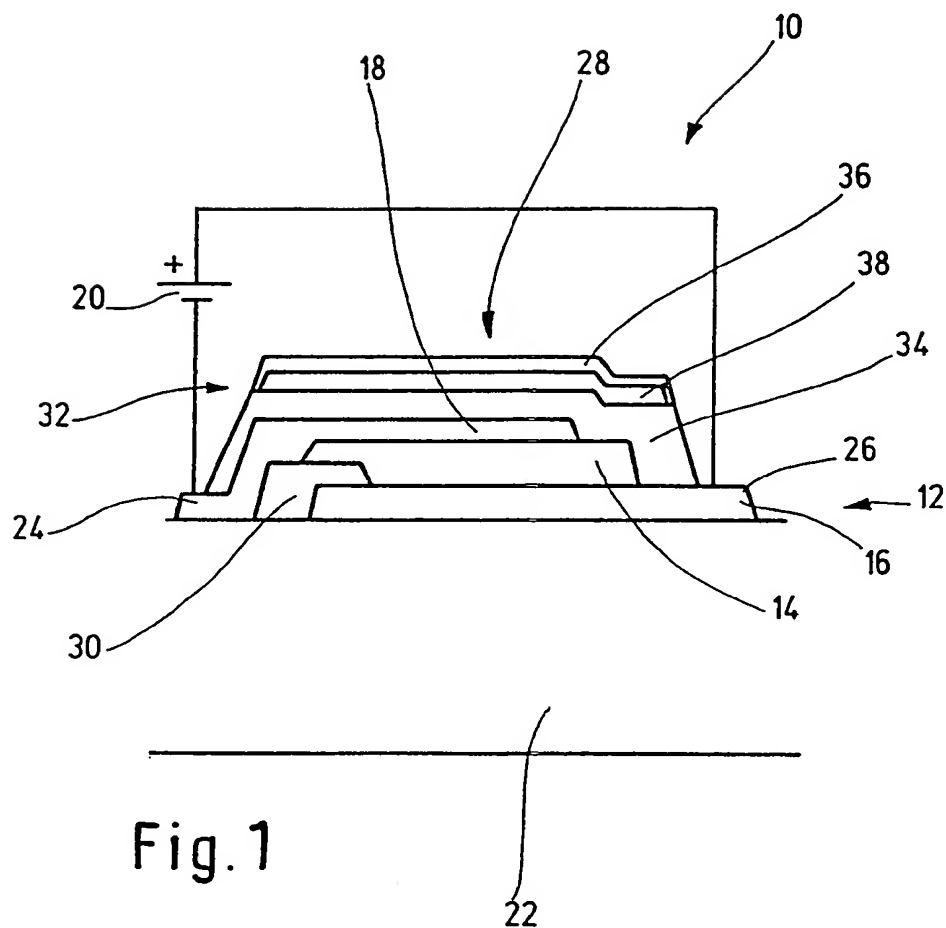
14. Elektrolumineszierende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschichtsystem (32) oder wenigstens zwei Teilschichten (34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48) des Mehrschichtsystems (32) aus einer separat vorgefertigten Verbundfolie bestehen, die zur Herstellung der Kapselung (28, 28') auf das elektrolumineszierende Schichtsystem (12) aufgebracht wird.

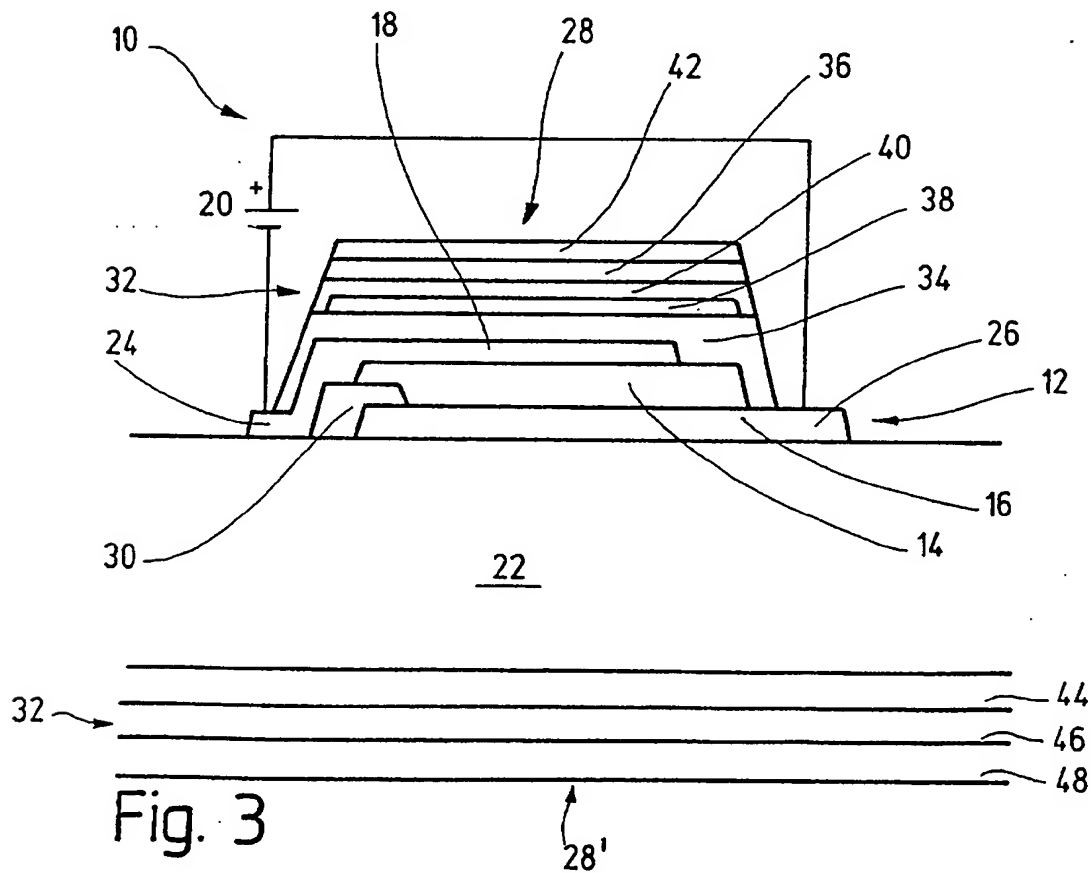
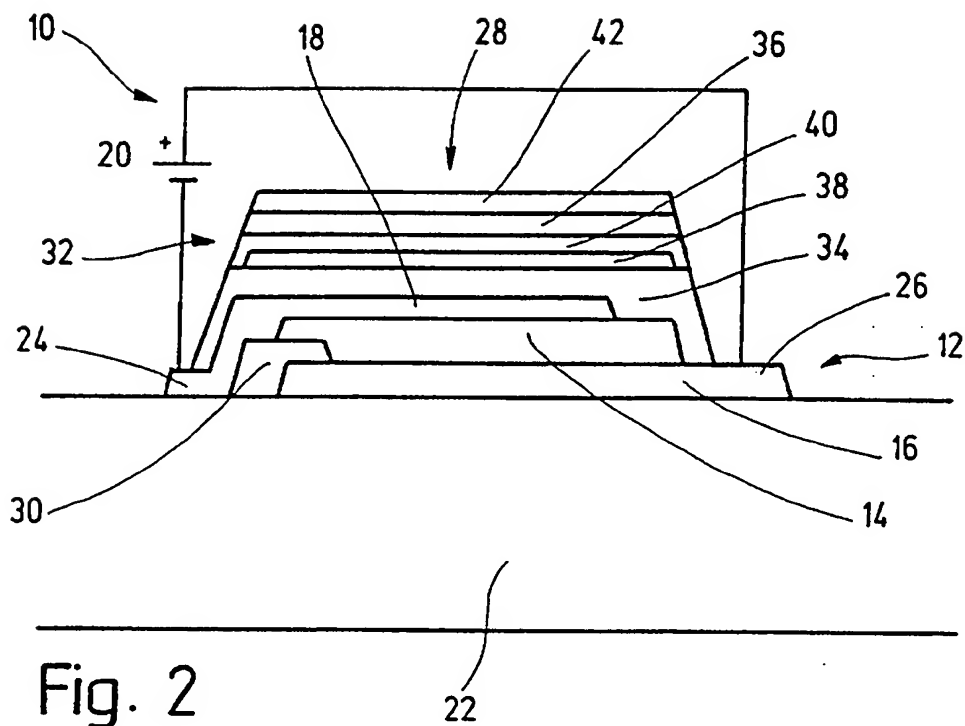
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

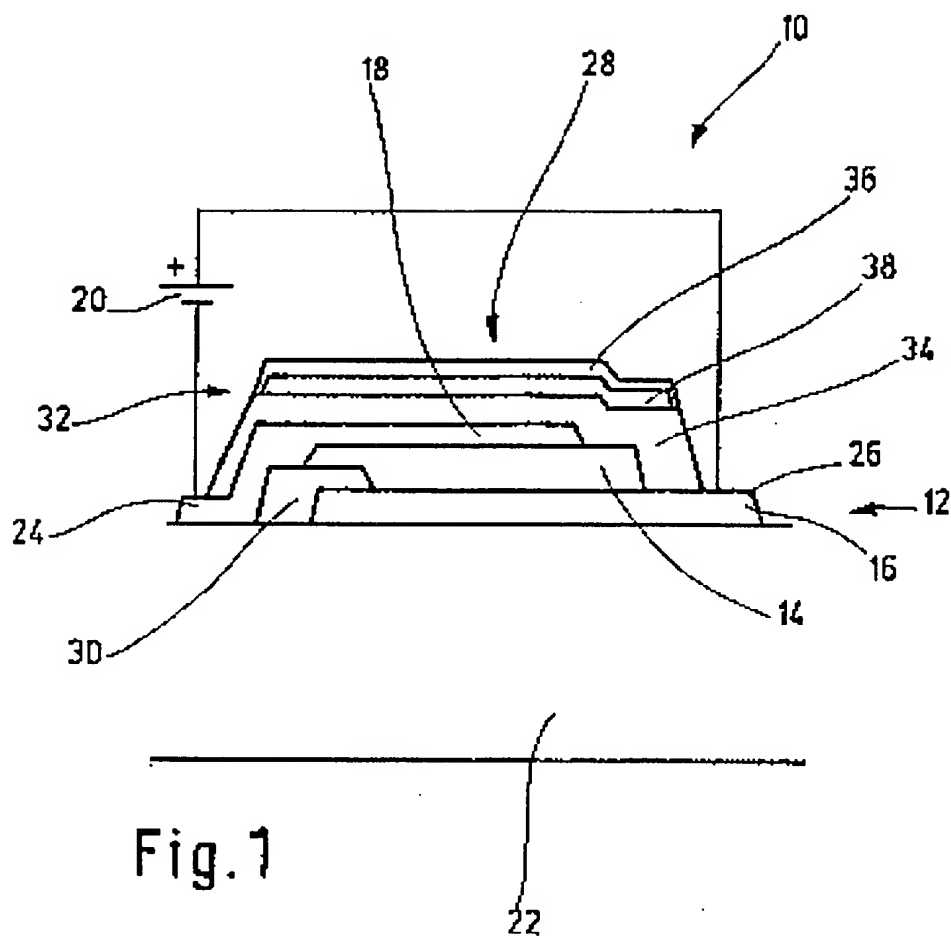
---

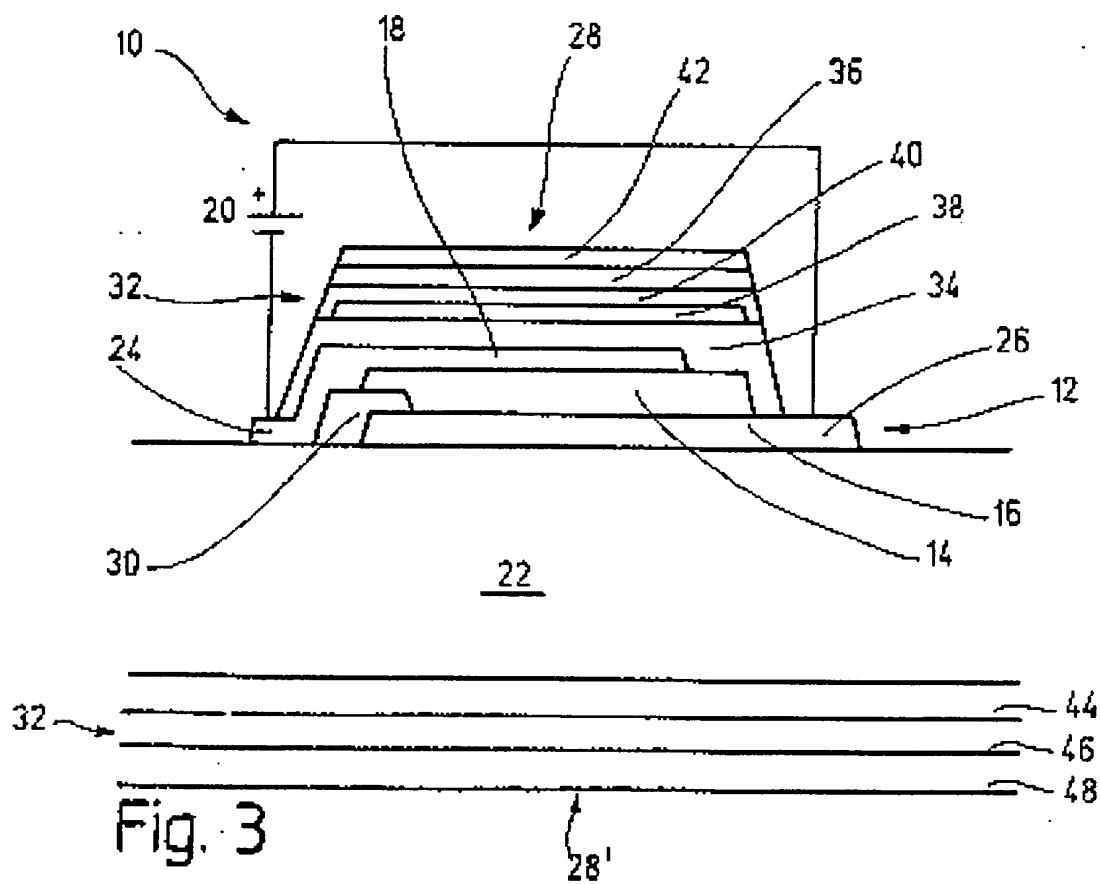
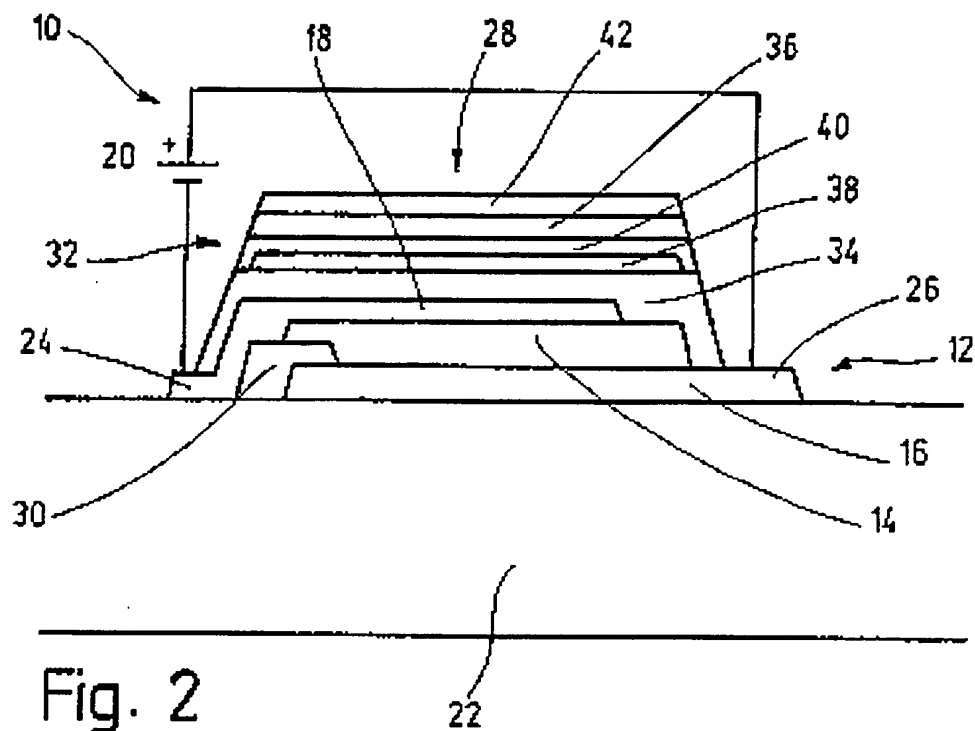
- Leerseite -











## Description

The invention relates to an electroluminescent layer system as claimed in the preamble of claim 1.

5

## Prior art

Electroluminescent layer systems are known. Inorganic or organic substances which can be excited by means of an electric voltage in order to emit light rays are used in said layer systems. In this case, the light-emitting substances are arranged, for example, between sheet electrodes, a first electrode being designed as a hole-injecting electrode (anode) and a second electrode being designed as an electron-injecting electrode (cathode). If the light-emitting substance is formed by an organic material, the excitation can be performed by means of a DC voltage source. In this case, the anode is connected to the positive pole of the DC voltage source and the cathode is connected to the negative pole of the DC voltage source.

Since it is known that the interfaces between the electrodes and the light-emitting organic material or the organic material itself degrade under the influence of oxygen and/or water, it is necessary, for long-term stability of the electroluminescent layer system, to provide suitable protection.

For this purpose, it is known, for example from EP 0 468 440 B1, to provide the cathode with a covering layer. The covering layer, which consists, for example, of pure metals, of co-deposited metal composites or of co-deposited composites which have metal and organic constituents, has the drawback that, by way of example in the case of structured cathodes for generating specific light effects, the regions which are present between the cathodes are not protected by the covering layer.

Furthermore, it is known from Appl. Phys. Lett. 65  
(1994) pages 2922-2924, for the electroluminescent  
layer systems to be encapsulated by means of a glass  
pane which protects the electroluminescent layer system  
on both sides and is adhesively bonded at the edges. A  
drawback of this solution is that the encapsulation has  
to take place under an inert gas, so that the space  
between the rear side of the cathode and the glass pane  
is free of oxygen and hydrogen. A further drawback is  
that the glass pane is not flexible and therefore it is  
impossible to produce flexible electroluminescent layer  
systems.

#### Advantages of the invention

The electroluminescent device according to the  
invention having the features mentioned in claim 1, by  
contrast, affords the advantage that, firstly, there is  
efficient protection of the boundary layers which exist  
between the electrodes and the organic material and of  
the organic material itself against oxygen and water,  
and the electroluminescent layer system overall can be  
produced to be flexible. The fact that the  
encapsulation comprises a multilayer system, in which  
the layers of the multilayer system are preferably  
flexible and match the geometry of the  
electroluminescent layer system, advantageously makes  
it possible to create what is overall a sheet-like  
electroluminescent layer system which has a flexible  
structure and an extremely low permeation of oxygen and  
water.

In a preferred configuration of the invention, there is  
provision for a first layer consisting of plastic to be  
provided, which layer is covered by a second layer  
consisting of metal, a metal alloy or a metal oxide. In  
this way, encapsulation can be carried out highly  
advantageously by the combination of a plastic layer

and a metal or metal oxide layer. The metal layer preferably consists of a metal which forms a stable passivating layer on the surface, so that long-term stability of the electroluminescent layer system is  
5 also ensured.

Furthermore, it is preferable if an additional getter layer is provided between the plastic layer and the metal layer. This has the highly advantageous result  
10 that any residues of oxygen and water which are present can be bonded by the getter layer, and consequently cannot contribute to degradation of the organic material.

15 In a further preferred configuration of the invention, it is provided for the getter layer to be embedded between two plastic layers, and for an outer plastic layer preferably to bear the metal layer. This has the highly advantageous result that the stability of the  
20 encapsulation can be increased while at the same time retaining its flexibility.

According to a further preferred embodiment of the invention, the electroluminescent layer system is  
25 arranged on a flexible support substrate, and the support substrate is preferably likewise provided with an encapsulation comprising a multilayer system. The multilayer system for encapsulation of the support substrate preferably has the same structure as the  
30 encapsulation of the electroluminescent layer system. Both the support layer and the encapsulation of the support layer are preferably of transparent or semi-transparent design, so that the light which is generated by the electroluminescent layer system can be  
35 radiated out. In this way, an encapsulation of the electroluminescent layer system is produced on all sides, this encapsulation overall being of flexible form and having an extremely low permeation of oxygen and water.

In a further advantageous configuration of the invention, it is provided for the encapsulation, or at least parts of the encapsulation, to comprise a separate composite film or foil which has the individual layers of the encapsulation and is then applied to the electroluminescent layer system. In this way, the production of the electroluminescent layer system and the production of the encapsulation can be carried out separately, and it is then only necessary for the composite film or foil to be applied to the electroluminescent layer system. In this way, mechanical and/or thermal stresses on the electroluminescent layer system can be reduced during production.

Further advantageous configurations of the invention will emerge from the remaining features which are mentioned in the subclaims.

20

#### Drawing

The invention is explained in more detail below in exemplary embodiments with reference to the associated drawings, in which:

25

Fig. 1 shows a diagrammatic sectional illustration through an electroluminescent device, in a first design variant;

30

Fig. 2 shows a diagrammatic sectional illustration through an electroluminescent device in a second design variant, and

35 Fig. 3 shows a diagrammatic sectional illustration through an electroluminescent device according to a third design variant.

Description of the exemplary embodiments

Fig. 1 shows an electroluminescent device, which is denoted overall by 10. The device 10 has an electroluminescent layer system 12 which is formed by a light-emitting organic material 14, a first electrode 16 and a second electrode 18. The electrodes 16 and 18 and the organic material 14 are of sheet-like design. The electrodes 16 and 18 are connected to a voltage source 20, for example a DC voltage source. The electrode 16 is in this case connected to the positive pole of the voltage source 20 and the electrode 18 is connected to the negative pole of the voltage source 20.

The electrode 16 consists of a material with a high electron work function. The electrode 16 may, for example, consist of a metal or a metal alloy or a metal oxide, for example indium tin oxide (ITO). The fact that the electrode 16 is connected to the positive pole of the voltage source 20 means that it is connected as an anode and, on account of the high electron work function, which is, for example, greater than 4.5 eV, it injects holes, which are transported into the organic material 14 as charge carriers.

The second electrode 18 consists of a material with a low electron work function which is, for example, lower than 4.5 eV. The electrode 18 consists of an electrically conductive material, for example of a metal, a metal alloy or a metal oxide. The electrode 18 may, for example, consist of aluminum, indium, magnesium, calcium, a magnesium-silver alloy or a magnesium-indium alloy. Connecting the electrode 18 to the negative pole of the voltage source 20 and, at the same time, connecting the electrode 16 to the positive pole of the voltage source means that the latter acts as a cathode and injects electrons into the light-emitting organic material 14. As a result, in the light-emitting material 14 current flows between the

electrodes 16 and 18, so that the organic substances in the material 14 are excited so as to generate light quanta. The electroluminescent layer system 12 can therefore be used as a light source.

5

The light-emitting organic material 14 which is used for this purpose contains at least one organic compound which, when the voltage is applied, is able to emit light. The color of the light emitted is in this case  
10 determined by the chemical structure of the organic substance used. The light-emitting organic materials 14 used are, for example, polymers, low-molecular-weight organic compounds, monomers or molecular-doped polymers. Further layers (not shown here), which are  
15 likewise used to emit light or to transport charge carriers to the light-emitting organic material 14, may be arranged between the electrodes 16 and 18.

The electroluminescent layer system 12 is applied to a  
20 support 22. Both the electrode 16 which is connected as an anode and the support 20 are in this case optically transparent or semi-transparent, so that the light which is generated by the light-emitting organic material 14 can be radiated outward by the entire  
25 device 10.

As can be seen from the illustration in Fig. 1, the electrodes 16 and 18 and the layers which produce the organic material 14 are arranged in a partially  
30 overlapping manner on the support 22, so that the connection regions 24 and 26 of the electrodes 18 and 16, respectively, bear against the support 22 and lead laterally out of an encapsulation 28, which is yet to be explained. An insulator 30, which may consist, for  
35 example, of aluminum oxide, is in this case arranged between the electrodes 16 and 18.

The encapsulation 28 comprises a multilayer system 32, which has a first layer 34 of a plastic and a second



layer 36 of a metal, a metal alloy or a metal oxide. The plastic layer 34 may, for example, consist of an acrylic resin, alkyd resin, epoxy resin, polyurethane resin, EVOH, polyester, PVC, PVDC, polypropylene, PMMA  
5 or other polymers and coatings. This plastic layer is applied to the electroluminescent layer system 12, for example by casting, centrifuging on, printing on or extruding on. Furthermore, the electroluminescent layer system 12 may be dipped into an appropriate bath,  
10 leading to dip-coating with the plastic layer 34. The way in which the plastic layer 34 is applied means that it matches the contour of the electroluminescent layer system 12 and therefore surrounds the latter on all sides, with the exception of the connection regions 26  
15 and 24, and therefore encloses this system. The plastic layer 34 is then cured or crosslinked by thermal, chemical or radiation-induced means, so that a stable but flexible shell is formed.

20 A getter layer 38 is applied between the plastic layer 34 and the metal layer 36. The getter layer 38 consists of a material which has a bonding action for oxygen and water. The getter layer 38 consists, for example, of a metal which has an electron work function which is  
25 lower than or similar to that of the material of the electrode 18 which is connected as a cathode. For example, if the electrode 18 consists of magnesium, the material used for the getter layer 38 may be calcium, lithium or strontium. Alkali metals, alkaline-earth  
30 metals or rare earths may be used as material for the getter layer 38.

According to further exemplary embodiments, the getter layer 38 may, for example, consist of a hygroscopic  
35 polymer, a mixture of a binder polymer and a pulverulent hygroscopic substance, for example silica gel or zeolites. With this selection of materials, the getter layer 38 may be deposited, for example, by casting, spin-coating, dip-coating, cap-coating, screen

printing or doctoring. Furthermore, the getter layer 38 may, for example, consist of hygroscopic materials or compounds, for example zinc sulfide, copper sulfide, lithium chloride, applied by vapor deposition, these materials being applied as a thin film to the plastic layer 34.

The second layer 36 is applied to the getter layer 38. The layer 36 is selected in such a way that the getter layer 38 is completely surrounded, so that it has no contact with the outside. The second layer 36 consists, for example, of a metal, for example aluminum, copper, nickel, chromium, tin or tantalum, a metal alloy, for example nickel-chromium, or a metal oxide, for example aluminum oxide or silicon oxide, or a nitride layer, for example aluminum nitride or silicon nitride. The layer 36 may preferably be applied to the previously applied plastic layer 34 and the getter layer 38 by sputtering or vapor deposition. The layer 36, which forms the outer part of the encapsulation 28, leads to stable passivation of the entire device 10, so that it has a long-term stability with respect to outside influences. The metal layer 36 may additionally be passivated with a further layer, which is not shown in Fig. 1. By way of example, a polymer layer, a coating layer or an organically modified ceramic layer may be applied for this purpose.

Any residues or oxygen or water which arises as a result of leaks are, as it were, sucked up by the getter layer 38, so that they cannot reach the boundary layers between the electrodes 16 and 18 and the organic material 14 or come directly into contact with the organic material 14. The multilayer system 32 therefore has an extremely low permeability to oxygen and water.

Since the multilayer system comprises at least two layers, namely the plastic layer 34 and the metal covering layer 36 or, if there is in addition a getter

layer 38, comprises three layers, in each case of materials which are applied in a thin form, the overall flexibility of the device 10 is substantially unimpaired. Therefore, it is possible, despite the provision of the encapsulation 28, for the electroluminescent device to be adapted to the particular applications after production, i.e. after the layer systems have been constructed.

Further design variants of the electroluminescent device 10 are shown in Figs. 2 and 3, the encapsulation 38 having a modified structure in these variants. Identical parts to those shown in Fig. 1 are provided with identical reference numerals and are not explained again.

In the exemplary embodiment shown in Fig. 2, a further plastic layer 40 is arranged above the getter layer 38. The plastic layer 40 surrounds the getter layer 38 on all sides, with the exception of the contact surface between the getter layer 38 and the plastic layer 34. This plastic layer 40 has an insulating action and, at the same time, has sufficient flexibility. Instead of a plastic material, it is also possible to select another suitable material having these properties. The plastic layer 40 consists, for example, of the same material as the plastic layer 34 which has already been explained extensively in connection with Fig. 1.

When using certain metals, a further passivating layer 42 may be applied to the metal layer 36. This layer 42 may consist, for example, of a polymer, a coating or an organically modified ceramic.

Overall, therefore, an encapsulation 28 comprising a total of five part-layers 34, 38, 40, 36 and 42 is applied over the electroluminescent layer system. These part-layers are designed in such a way that, overall, the encapsulation 28 remains flexible. The sequence of

the part-layers ensures that it is impossible for any residues of oxygen and/or water to reach the electroluminescent layer system 12, in particular the organic material 14. This prevents degradation of the organic material 14, so that overall the electroluminescent device 10 has a long-term stability.

In the case of the design variant of the electroluminescent device 10 which is shown in Fig. 3, a further encapsulation 28' is additionally provided on sides of the support 22. The support 22 comprises, for example, a flexible substrate which has a certain permeability to water and oxygen. By way of example, it is possible to use a PET film which is approx. 100  $\mu\text{m}$  thick. The encapsulation 28' arranged on the support 22 has substantially the same structure as the encapsulation 28. The support 22 is adjoined by a getter layer 44, which is covered by a plastic layer 46. The plastic layer 46 is used to stabilize the getter layer 44. The materials which have already been mentioned for the getter layer 38 and the plastic layers 34 and 40 are also suitable as materials for the getter layer 44 and the plastic layer 46. A layer 48 which is impermeable to oxygen and water is applied to the getter layer 46. The layer 48 consists, for example, of a very thin application of aluminum, copper, nickel, chromium, tin, tantalum, gold or a metal alloy. Furthermore, it may consist of a thin film of oxide, for example of silicon oxide, aluminum oxide, titanium oxide, tantalum oxide or bismuth oxide, suitably modified to make it impermeable in water and oxygen. The selection of material and the application in a suitably known thickness of the layer 48, the plastic layer 46 and the getter layer 44 ensures the optical transparency or semi-transparency in order to radiate out the light which is emitted by means of the electroluminescent layer system 12. A suitable selection of materials, at the same time, has the very

considerable advantage of making the electroluminescent device 10 anti-reflective via the encapsulation 28'.

5 A common feature of all three exemplary embodiments is that the encapsulation 28 or 28' in each case comprises a layer system 32. The individual layers of the layer system 32 are selected in such a way that they are flexible. To produce the electroluminescent device 10 which is provided with the encapsulation 28 or 28' according to the invention, it may be advantageous if the entire layer system 32 or alternatively only part-layers of the layer system 32, for example the plastic layers 34 and 40, with the getter layer 38 arranged between them, to be prefabricated separately as a composite film or foil. This prefabricated composite film or foil can easily be applied to the electroluminescent layer system 12, for example by adhesive bonding. For this purpose, the adhesive bonding may take place using heat-sealing adhesives, 15 UV-curing adhesives or thermally or chemically curing adhesives. 20

## Patent claims

1. An electroluminescent device having an electroluminescent layer system comprising a light-emitting organic material which is arranged between two electrodes which can be connected to a DC voltage source, a first electrode being a hole-injecting electrode (anode) and a second electrode being an electron-injecting electrode (cathode), and an encapsulation, wherein the encapsulation (28, 28') comprises a multilayer system (32).
2. The electroluminescent device as claimed in claim 1, wherein the multilayer system (32) has flexible layers (34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48).
3. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein the multilayer system (32) has a contour which matches the geometry of the electroluminescent layer system (12).
4. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein the multilayer system (32) is applied to one side of the layer system (12) and surrounds the electrodes (16, 18) and the organic material (14).
5. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the multilayer system (32) comprises at least one layer (34, 40) which consists of plastic and a metal-containing layer (36).
6. The electroluminescent device as claimed in claim 5, wherein the metal-containing layer (36) consists of a metal, a metal alloy, a metal oxide or a metal nitride.

7. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, characterized in that an additional getter layer (38) is provided between the plastic layer (34) and the layer (36).  
5
8. The electroluminescent device as claimed in claim 7, characterized in that the getter layer (38) is completely surrounded by the layer (36), except at the areas of contact with the layer (34).  
10
9. The electroluminescent device as claimed in claim 5 to claim 7, wherein a further plastic layer (40) is provided between the metal layer (36) and the getter layer (38).  
15
10. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein the layers (34, 40) of plastic are centrifuged on, are printed on, are cast, are extruded on or are applied by dip-coating.  
20
11. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the metallic layer (36) is applied by vapor deposition or sputtering.  
25
12. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein a passivating layer (42) is applied to the layer (36).  
30
13. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein the encapsulation (28') consists of optically transparent or semi-transparent materials.  
35
14. The electroluminescent device as claimed in one of the preceding claims, wherein the multilayer system (32) or at least two part-layers (34, 36,

38, 40, 42, 44, 46, 48) of the multilayer system  
(32) comprise a separately prefabricated composite  
film or foil, which is applied to the  
electroluminescent layer system (12) in order to  
5 produce the encapsulation (28, 28').

Two pages of drawings



## Electroluminescent layer system

The invention relates to an electroluminescent device having an electroluminescent layer system comprising a light-emitting organic material which is arranged between two electrodes which can be connected to a DC voltage source, a first electrode being a hole-injecting electrode (anode) and a second electrode being an electron-injecting electrode (cathode), and an encapsulation.

It is provided for the encapsulation (28, 28') to comprise a multilayer system (32).